

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 juillet 2004 (22.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/061432 A3

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

G01N 21/21, G06F 17/17

Jérôme [FR/FR]; 10, Place Saint-Eynard, F-38000 Grenoble (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/050211

(74) Mandataire : POULIN, Gérard; c/o Brevatome, 3 rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :

24 décembre 2003 (24.12.2003)

(81) État désigné (national) : US.

(25) Langue de dépôt :

français

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Langue de publication :

français

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(30) Données relatives à la priorité :

02/16847 30 décembre 2002 (30.12.2002) FR
03/50635 2 octobre 2003 (02.10.2003) FR

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

26 août 2004

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33 rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : HAZART,

(54) Title: METHOD FOR THE OPTICAL CHARACTERIZATION OF MATERIALS WITHOUT USING A PHYSICAL MODEL

(54) Titre : PROCEDE DE CARCTERISATION OPTIQUE DE MATERIAUX SANS UTILISATION DE MODELE PHYSIQUE

(57) Abstract: A method for the characterization of materials without using a physical model. In order to characterize a layer of material in a space A of values assumed by a function $\alpha(\lambda)$ (λ : wavelength), (1) by reflectometry and/or ellipsometry on A, a measured spectrum Ψ is obtained, (2) m values $\alpha_1, \dots, \alpha_m$ of α in A ($m \geq 1$) are chosen, with $B = \{ \alpha \text{ such as } \min(\alpha_i) \leq \alpha \leq \max(\alpha_i) \}$ for $m > 1$, and $B = A$ if $m = 1$, (3) m complex index values n_{1jk} to n_m are chosen, (4) if $m \neq 1$ the index n (A) on B is calculated by interpolation, on the basis of (α_i, n_i) , $1 \leq i \leq m$, and if $m = 1$, $n(\alpha) = n_1(\alpha_1)$ on B, (5) M parameters $M = 2m + 1$ are chosen, in addition to an error function E_r and by minimization of E_r to M parameters, (a) with the aid of the law of interpolation of (α_i, n_i) on B, $n(\alpha)$, $\alpha \in B$, (b) is deduced with the aid of $n(\alpha)$ and the thickness e of the layer, a theoretical spectrum $\Psi(n(\alpha), e)$ is calculated, (c) Ψ and $\Psi(n(\alpha), e)$ are compared with the aid of E_r and, if $E_r(\alpha, e)$ is or minimal, it is possible to move on to $\langle u, e \rangle$, if not (d) M parameters are varied in order to tend towards the minimum of $E_r(\alpha, e)$ and it is possible to move on to (a), (e) if $E_r(\alpha, e) < \langle u, e \rangle$, the index is equal to the latter thus obtained, if not m is increased and it is possible to move onto (2).

(57) Abrégé : Procédé de caractérisation optique de matériaux sans utilisation de modèle physique. Pour caractériser une couche d'un matériau dans un intervalle A de valeurs prises par une fonction $\alpha(\lambda)$ (λ : longueur d'onde), (1) par réflectométrie et/ou ellipsométrie sur A on obtient un spectre mesuré Ψ , (2) on choisit m valeurs $\alpha_1, \dots, \alpha_m$ de α dans A ($m \geq 1$), avec $B = \{ \alpha \text{ tels que } \min(\alpha_i) \leq \alpha \leq \max(\alpha_i) \}$ pour $m > 1$, et $B = A$ si $m = 1$, (3) on choisit m valeurs d'indice complexe n_{1jk} aux α_i , (4) si $m \neq 1$ on calcule par interpolation l'indice $n(\alpha)$ sur B, à partir des (α_i, n_i) , $1 \leq i \leq m$, et si $m = 1$, $n(\alpha) = n_1(\alpha_1)$ sur B, (5) on choisit M paramètres, $M \leq 2m + 1$, et une fonction d'erreur E_r et par une minimisation de E_r à M paramètres, (a) à l'aide de la loi d'interpolation des (α_i, n_i) sur B, on déduit $n(\alpha)$, $\alpha \in B$, (b) à l'aide de $n(\alpha)$ et de l'épaisseur e de la couche, on calcule un spectre théorique $\Psi(n(\alpha), e)$, (c) on compare Ψ et $\Psi(n(\alpha), e)$ à l'aide de E_r et, si $E_r(\alpha, e)$ est ou minimal, on passe à $\langle e \rangle$, sinon (d) on fait varier les M paramètres pour tendre vers le minimum de $E_r(\alpha, e)$ et on va à (a), (e) si $E_r(\alpha, e) < \langle e \rangle$, l'indice est pris égal à celui obtenu en dernier, sinon on augmente m et on va à (2).

WO 2004/061432 A3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR/2004/050211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N21/21 G06F17/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y | BHATTACHARYYA D ET AL: "SPECTROSCOPIC ELLIPSOMETRY OF MULTILAYER DIELECTRIC COATINGS" VACUUM, PERGAMON PRESS, GB, vol. 60, no. 4, March 2001 (2001-03), pages 419-424, XP002954104 ISSN: 0042-207X the whole document | 1-21 |
| Y | GARRIGUES JEAN: "La méthode des éléments finis." NONE, 'Online! January 2002 (2002-01), XP002254500 Retrieved from the Internet: URL: http://esm2.imt-mrs.fr/gar/EF0.pdf 'retrieved on 2003-09-15! the whole document | 1-21 |
| | ----- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June 2004

Date of mailing of the international search report

05/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bockstahl, F

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | MINHAS B K ET AL: "ELLIPSO-METRIC SCATTEROMETRY FOR THE METROLOGY OF SUB-0.1-MUM-LINEWIDTH STRUCTURES" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 37, no. 22, 1 August 1998 (1998-08-01), pages 5112-5115, XP001162836 ISSN: 0003-6935 cited in the application abstract | 1-10 |
| A | US 5 956 145 A (HERZINGER CRAIG M ET AL) 21 September 1999 (1999-09-21) abstract column 22, line 45 - column 24, line 44 | 1,11 |
| A | WO 02/27288 A (KLA TENCOR CORP) 4 April 2002 (2002-04-04) abstract | 1,11 |
| A | TERRY F L: "A MODIFIED HARMONIC OSCILLATOR APPROXIMATION SCHEME FOR THE DIELECTRIC CONSTANTS OF ALXGA1-XAS" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 70, no. 1, 1 July 1991 (1991-07-01), pages 409-417, XP001161276 ISSN: 0021-8979 cited in the application abstract | 1,11 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 50211

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5956145 | A | 21-09-1999 | US 5521706 A | 28-05-1996 |
| | | | US 5757494 A | 26-05-1998 |
| | | | US 5582646 A | 10-12-1996 |
| | | | US 5373359 A | 13-12-1994 |
| | | | US 5504582 A | 02-04-1996 |
| | | | US 6353477 B1 | 05-03-2002 |
| | | | US 5666201 A | 09-09-1997 |
| | | | US 5805285 A | 08-09-1998 |
| | | | EP 0737856 A2 | 16-10-1996 |
| | | | US 5835222 A | 10-11-1998 |
| | | | US 6268917 B1 | 31-07-2001 |
| WO 0227288 | A | 04-04-2002 | JP 2004510152 T | 02-04-2004 |
| | | | WO 0227288 A1 | 04-04-2002 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 50211

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01N21/21 G06F17/17

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01N G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Y | <p>BHATTACHARYYA D ET AL: "SPECTROSCOPIC ELLIPSONOMETRY OF MULTILAYER DIELECTRIC COATINGS" VACUUM, PERGAMON PRESS, GB, vol. 60, no. 4, mars 2001 (2001-03), pages 419-424, XP002954104 ISSN: 0042-207X le document en entier</p> | 1-21 |
| Y | <p>GARRIGUES JEAN: "La méthode des éléments finis." NONE, 'Online! janvier 2002 (2002-01), XP002254500 Extrait de l'Internet: URL: http://esm2.imt-mrs.fr/gar/EF0.pdf 'extrait le 2003-09-15! le document en entier</p> | 1-21 |

-/--

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

* & * document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 juin 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/07/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bockstahl, F

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ^o | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| A | <p>MINHAS B-K ET AL: "ELLIPSOMETRIC SCATTEROMETRY FOR THE METROLOGY OF SUB-0.1-MUM-LINEWIDTH STRUCTURES" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 37, no. 22, 1 août 1998 (1998-08-01), pages 5112-5115, XP001162836 ISSN: 0003-6935 cité dans la demande abrégé</p> | 1-10 |
| A | <p>US 5 956 145 A (HERZINGER CRAIG M ET AL) 21 septembre 1999 (1999-09-21) abrégé colonne 22, ligne 45 - colonne 24, ligne 44</p> | 1,11 |
| A | <p>WO 02/27288 A (KLA TENCOR CORP) 4 avril 2002 (2002-04-04) abrégé</p> | 1,11 |
| A | <p>TERRY F L: "A MODIFIED HARMONIC OSCILLATOR APPROXIMATION SCHEME FOR THE DIELECTRIC CONSTANTS OF ALXGA1-XAS" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 70, no. 1, 1 juillet 1991 (1991-07-01), pages 409-417, XP001161276 ISSN: 0021-8979 cité dans la demande abrégé</p> | 1,11 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements re aux membres des familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 50211

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 5956145 A | 21-09-1999 | US 5521706 A | 28-05-1996 |
| | | US 5757494 A | 26-05-1998 |
| | | US 5582646 A | 10-12-1996 |
| | | US 5373359 A | 13-12-1994 |
| | | US 5504582 A | 02-04-1996 |
| | | US 6353477 B1 | 05-03-2002 |
| | | US 5666201 A | 09-09-1997 |
| | | US 5805285 A | 08-09-1998 |
| | | EP 0737856 A2 | 16-10-1996 |
| | | US 5835222 A | 10-11-1998 |
| | | US 6268917 B1 | 31-07-2001 |
| | | | |
| WO 0227288 A | 04-04-2002 | JP 2004510152 T | 02-04-2004 |
| | | WO 0227288 A1 | 04-04-2002 |